Université Mohammed V Agdal **Année universitaire 2012-13**
Faculté des Sciences de Rabat.
Département de Physique

Travaux Dirigés d'optique géométrique. Elément de Physique SVT. Séries 1, 2 & 3

Loi de Snell-Descartes, Miroir et Dioptre plans, Lame à faces parallèles, Prisme, Miroir et Dioptre sphériques, Lentilles minces, L'œil, Loupe & Microscope

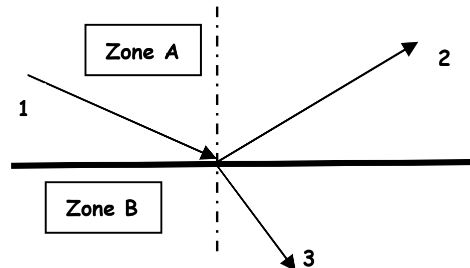
Exercice 1 : Aspect ondulatoire de la lumière

Une radiation lumineuse émise par une lampe à vapeur de lithium a une période **$T=1,533\ 10^{-15}$ s**.

1. Quelle est la fréquence ν d'une telle radiation ?
2. Quelle est sa longueur d'onde λ_0 dans le vide ? On donne **$c = 2.998\ 10^8$ m. s^{-1}**
3. Cette radiation est-elle visible à l'œil nu ? Si oui, indiquer sa couleur.
4. Cette radiation se propage dans du **verre crown BK7** d'indice **$n = 1.5524$**.
   a. sa fréquence ν change-elle ?
   b. Sa couleur change-t-elle ?

Exercice 2 : réflexion et réfraction

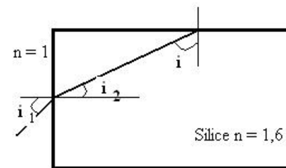
Un fin pinceau lumineux arrive sur un dioptre plan séparant l'eau de l'air ; d'indice de réfraction **$n=1$**
On donne **$n_{eau}=1,33$**. On représente les rayons observés sur la figure ci-contre.



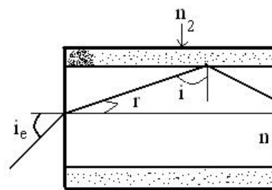
a. Identifier les différents rayons avec les angles correspondants.
b. Indiquer la déviation D de la lumière
c. Dans quelle zone l'eau se trouve-t-elle ?
d. Calculer l'angle limite de réfraction

Exercice 3 : Fibre optique (sera traité en cours)

A- Avec les données du document 1 ci-dessous



Document 1



Document 2

1. Calculer les angles **i_1** et **i_2** sachant que l'angle **$i = 60°$**
2. Tracer la marche du rayon lumineux jusqu'à sa sortie du cylindre

B- Un rayon lumineux arrive de l'air, **d'indice de réfraction $n_0=1$**, sous **une incidence i_e** et pénètre dans le cœur d'une fibre optique **d'indice de réfraction n_1**.

1. Exprimer le **sinus** de l'angle de réfraction **r** en fonction de **n_1** et de **l'incidence i_e**.
2. L'angle d'incidence sur la surface de séparation cœur - gaine est **i**. Donner la relation entre **i** et **r** et l'expression de cos i.
3. L'indice de la gaine a pour valeur **n_2** (**$n_2 < n_1$**). Exprimer le sinus de **l'angle de réfraction limite** Λ de réfraction entre les milieux d'indice **n_2** et **n_1**.

C- Trouver la condition pour qu'un rayon lumineux puisse se propager dans la fibre (document 2).

Exercice 4 : Réfraction limite

Calculer **l'angle de réfraction limite** Λ pour un rayon passant de l'air :

a- Dans **l'oxygène liquide** d'indice 1,2 **b-** Dans le **diamant** d'indice 2,4

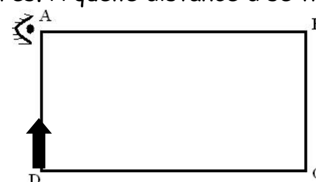
Exercice 5 : Diamètre apparent

a) Une tour de hauteur H = 30 mètres se trouve à une distance D = 1 km d'un observateur. Calculer sa hauteur apparente en degrés et en radians.

b) Deux objets ont le même diamètre apparent. On sait que le premier se trouve à une distance D =120m et mesure L=15 m. Le deuxième, mesure ℓ= 11 mètres. A quelle distance d se trouve-t-il ?

Exercice 6 : Association de miroirs plans

Soit un quadrilatère ABCD ; comment doit-on disposer deux <u>**miroirs plans**</u> en **B** et en ***C*** pour qu'un œil placé en **A** puisse voir l'objet placé en D en regardant dans la **direction AB**.



Exercice 7 : Miroirs plans parallèles :

Soit un objet S situé entre deux miroirs plans parallèles. Combien d'images possède l'objet S ?

Exercice 8 : Détermination d'indice absolu d'une substance.

Un pinceau lumineux cylindrique arrive sur une surface réfringente plane, séparant l'air d'un autre milieu transparent, sous une **incidence de 60°**. Que devrait avoir **l'indice de réfraction n** de ce milieu pour que la **déviation D** du **pinceau réfracté** soit respectivement de **15°** et de **30°** ?

Exercice 9 : Etude d'un prisme (sera traité en cours)

Soit un prisme d'angle au sommet A et fabriqué dans un verre d'indice de réfraction n. Il est placé dans l'air d'indice n_0=1.

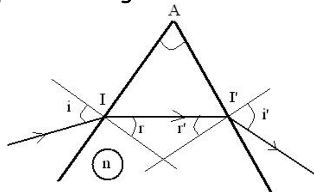
1. Donner les relations liant i et r ; i' et r' ; r, r' et A.

2. Définir graphiquement et exprimer la déviation D en fonction de i, i' et A dans le cas où le rayon émergent du prisme existe.

3. Comment varie i' lorsque i croît ?

4. ***a***- Calculer la valeur de l'angle limite de réfraction au point I'.

b- En déduire qu'il existe une valeur A_M de A au-delà de laquelle il n'y aura aucun rayon émergent, quel que soit l'angle d'incidence i. Calculer A_M pour n=1,5.



5. On éclaire ce prisme par une lumière blanche.

a- Quel est le phénomène observé à la sortie du prisme.

b- Quelle est la radiation la plus déviée ? Quelle est la radiation la moins déviée ?

Exercice 10 : Translation d'un rayon lumineux à la traversée d'une lame à faces parallèles :

Soit un rayon lumineux SI qui frappe sous une incidence **i** une vitre (lame à faces parallèles) d'épaisseur **e** et d'indice **n**. Montrer que ce rayon lumineux subit une translation à la traversée de cette lame à faces parallèles. Calculer cette translation pour **i** = 60°, **e** = 5 cm et $n \approx \sqrt{3}$.

Exercice 11 : Soit un **miroir concave** de centre C et de rayon R = 6 m.

1. Quelle est sa distance focale $\overline{SF'} = f'$? En déduire sa vergence V.

2. On place un objet réel à 9 cm de son sommet S. Calculer la position de l'image dans **l'approximation de Gauss**, en déduire sa nature. Vérifier les résultats précédents à l'aide d'une construction géométrique.

3. Calculer le grandissement linéaire γ_t. S'agit-il d'une image droite ou renversée.

4. Déterminer la relation liant les 2 grandissements linéaire $\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ et axiale (longitudinale) $\gamma_a = \frac{d\overline{SA'}}{d\overline{SA}}$?

Exercice 12 : On considère un **miroir sphérique convexe** de **rayon R=1,5 m**.

1. Déterminer la **distance focale** $\overline{SF'} = f'$ de ce miroir. En déduire sa vergence V.
2. Trouver la position d'un objet lorsque l'image est réelle, droite et trois fois plus grande que l'objet.
3. Trouver la position d'un objet lorsque l'image est virtuelle droite et 3 fois plus petite que l'objet.
4. Vérifier les résultats précédents à l'aide d'une construction géométrique.

Exercice 13 : Dioptre sphérique concave & Lentille plan-concave (sera traité en cours)

Une lentille $\mathcal{L}$, taillée dans un verre d'indice n_1, est constituée d'un dioptre plan Σ_1 et d'un dioptre sphérique concave Σ_2 de centre C_2 et de rayon de courbure R_2. La face d'entrée Σ_1 de sommet S_1 est en contact avec le milieu d'indice n_0, et la face de sortie Σ_2 est en contact avec un milieu d'indice n_2. Cette lentille donne d'un objet A_0, situé sur son axe optique Δ, une image A_2. Soit A_1 l'image intermédiaire de A_0 à travers le dioptre plan Σ_1.

1. Ecrire la relation de conjugaison entre A_0 et A_1 puis celle entre A_1 et A_2.

2. En considérant que $\mathcal{L}$ est une lentille mince, établir sa relation de conjugaison

3. On supposera que $n_2 < n_1$ Dans le cas particulier où n_1 = 1,52 ; R_2 =R=10 cm et n_0=n_2=1.

a- Déterminer les distances focales objet f et image f'

b- En déduire la nature des foyers objet F et image F' de la lentille

c- Calculer le rapport des distances focales image f' et objet f : $\frac{f'}{f}$.

4. Vérifier que la vergence de cette lentille mince, de rayon de courbure R et d'indice relatif n est : $V = (1-n).\frac{1}{R}$. Calculer le rayon de courbure d'une lentille en verre crown d'indice absolu 1,52 et de distance focale 1000mm.

Exercice 14 : Image d'un objet par une lentille mince

1. A quelle distance d'une lentille mince convergente $\mathcal{L}$, de distance focale f' = 15 cm se trouve l'image d'une flèche lumineuse de 18 mm de hauteur, placée perpendiculairement à l'axe principal et située à une distance de 60 cm de la lentille ?

2. Quel est le grandissement transversal γ_t ? Calculer la hauteur A'B' de l'image et préciser sa nature

3. Vérifier les résultats à l'aide d'une construction géométrique.

Exercice 15 : Lentilles minces

Soit une lentille de distance focale f ' = + 3 cm.

1. On considère un objet perpendiculaire à l'axe optique de taille 2 mm respectivement à 4 cm et 2 cm en avant du centre optique. Déterminer graphiquement l'image de l'objet dans chaque cas.
2. Même question avec un objet virtuel situé à 10 cm du centre optique (derrière la lentille).
3. Soit une lentille de distance focale f ' = -3 cm.
   Trouver l'image d'un objet réel de taille 2 mm situé à 5 cm du centre optique.
4. Même question avec un objet virtuel situé à 1,5 cm puis 5 cm du centre optique.
5. Retrouver les résultats précédents par le calcul algébrique, en utilisant la relation de conjugaison.

Exercice 16 : Association de deux lentilles minces convergentes (sera traité en cours)

Un objet AB est placé à 40 cm d'une lentille mince convergente $\mathcal{L}_1$ de centre optique O_1 et de distance focale f'_1=8 cm. Une deuxième lentille mince convergente $\mathcal{L}_2$ de centre optique O_2 et de distance focale f'_2=12cm est placée derrière la première lentille à une distance de 30 cm ($\overline{O_1O_2}$ = 30cm).

1. Calculer la position de l'image de A_1B_1 formée par la première lentille $\mathcal{L}_1$ et celle de l'image A_2B_2 formée par la deuxième lentille $\mathcal{L}_2$.

2. Calculer les grandissements γ_1 et γ_2 des deux lentilles $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$, en déduire le grandissement transversal γ_t de l'ensemble des deux lentilles.

3. Décrire l'image finale A_2B_2

4. Calculer la vergence globale V du système formée par l'association des 2 lentilles $\mathcal{L}_1$ et $\mathcal{L}_2$. En déduire la distance focale f' de ce système.

5. Quelle est la vergence V du système optique {$\mathcal{L}_1$, $\mathcal{L}_2$} si les deux lentilles sont accolées. Quelle est alors sa distance focale f' ?

Exercice 17 : L'œil emmétrope

Soit un œil normal dont le pouvoir de séparation est de 1', le **Punctum Remotum PR** est infini et le **Punctum Proximum** PP est situé à 25 cm devant l'œil.

a- Quelle distance minimale doit séparer deux points lumineux pour que cet œil puisse les distinguer à une distance de 100 m ?

b- Sachant que la distance cristallin-rétine vaut 15 mm, calculer les valeurs extrêmes de la vergence du cristallin.

Exercice 18 : L'œil myope

Une personne myope, dont le Punctum Remotum de son œil se situe à 25 cm, a une amplitude dioptrique d'accommodation A = 5 dioptries.

a- Calculer sa distance minimale dm de vision distincte de cet œil myope.

b- Cette personne opte pour des verres de contact « lentille $\mathcal{L}_1$ », quelles sont alors les caractéristiques (nature, f'_1, V_1) de ces verres de contact? (le centre de la lentille correctrice $\mathcal{L}_1$ étant confondu avec le sommet S de l'œil).

c- Quelles sont alors les nouvelles limites de vision distincte de cet œil corrigé ?

Exercice 19 : L'œil myope-presbyte (sera traité en cours)

Un œil myope, devenu presbyte, a une zone de vision distincte telle que **sa distance maximale** est de 100 cm et **sa distance minimale** est de 40 cm.

1. Quel type de lentille $\mathcal{L}_1$ faut-il utiliser comme verre correcteur pour permettre à cet œil de voir nettement à l'infini sans accommoder ? Calculer la vergence de cette lentille $\mathcal{L}_1$.

2. Quelles sont alors les nouvelles limites de la zone de vision distincte de cet œil ainsi corrigé ? Conclusion ?

3. Pour améliorer la vision rapprochée à l'aide des mêmes lunettes de correction 'lentille $\mathcal{L}_1$', l'opticien propose à son passion d'accoler à la partie inférieure de chaque lentille $\mathcal{L}_1$ **une petite lentille convergente $\mathcal{L}_2$**. Quelle doit être la vergence V_2 de cette lentille convergente $\mathcal{L}_2$ pour que la distance minimale de la zone de vision distincte de cet œil corrigé par l'opticien « regardant à travers les deux lentilles ($\mathcal{L}_1$, $\mathcal{L}_2$) accolées » soit ramenée à 20 cm ?

4. La lentille $\mathcal{L}_2$ est **biconvexe** et ses deux faces ont le **même rayon de courbure R**. Calculer ce rayon R, sachant que l'indice de réfraction du verre est n = 1,5.

Exercice 20 : L'œil hypermétrope

Un œil est assimilable à une lentille mince convergente L1 de distance focale f '1 = 2,2 cm. La rétine étant placée à 2 cm de cette lentille.

1) Décrire le défaut de cet œil ?

2) Déterminer la position d'un **objet A** dont l'image formée par $\mathcal{L}_1$ se situe sur la rétine ?

3) On place contre l'œil un verre de contact de distance focale f'_2 inconnue. Déterminer la valeur de f'_2 pour que cet œil forme une image sur sa rétine, d'un point placé à l'infini?

Exercice 21 : Œil-Loupe

Un timbre poste est observé à travers une lentille convergente de distance focale +8 cm, faisant office de loupe. Le timbre de dimensions (3 cm x 2 cm) est situé à 6 cm de la lentille supposée mince.

a- Déterminer les caractéristiques de l'image (position, nature, grandeur et sens par rapport à l'objet).

b- Tracer la marche du faisceau lumineux issu d'un point de l'objet.

c- Cette fois-ci, l'observateur enlève utilise **une autre loupe** pour lire ce texte de ce timbre. Il désire voir **en accommodant à l'infini** et sous un angle apparent de 0,05 radian la hauteur des lettres de ce texte, hauteur qui est de 2 mm. Déterminer la vergence de la loupe ? En déduire sa distance focale f '.

Exercice 22: Le microscope (sera traité en cours)

Un microscope est formé d'un objectif assimilé à une lentille convergente $\mathcal{L}_1$ de vergence 250 δ et d'un oculaire assimilé à une lentille convergente $\mathcal{L}_2$, située à 18,9 cm en arrière de $\mathcal{L}_1$. On place un objet AB à 4,1 mm en avant du centre optique O_1 de $\mathcal{L}_1$.

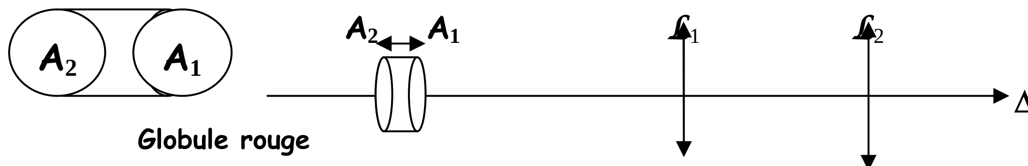
a) Quelle est la nature et la position de l'image A'B' formée par l'objectif $\mathcal{L}_1$.

b) Calculer la taille de cette image A'B' pour un objet AB de 10 μm.

c) L'œil regarde à travers le microscope. Quelle est la nature de l'image finale A''B'' ?

d) On veut que cette image finale A''B'' soit à l'infini. En déduire la distance focale f'_2 de la lentille $\mathcal{L}_2$ (l'oculaire).

e) On observe un globule rouge assimilé à un cylindre aplati dont l'axe est l'axe optique Δ du microscope. L'image finale A_1'' de la face inférieure A_1 du globule se forme à l'infini. Où se trouve alors l'image intermédiaire A_1' de cette face A_1 ?



f) L'image intermédiaire A_2' de la face supérieure A_2 se forme entre le foyer objet $\mathcal{F}_2$ et le centre optique O_2 de l'oculaire, la lentille $\mathcal{L}_2$, et à 3,1 mm de ce foyer $\mathcal{F}_2$.

En déduire l'épaisseur $\overline{A_1A_2}$ (en μm) du globule rouge.



Travaux dirigés de l'optique géométrique SVT 2012,

Exercice 1 :

1. T = 1,533 .10^{-15} s, d'où la fréquence ν : $\boxed{\nu = \frac{1}{T}}$ A.N. : $\boxed{\nu = 6,523.10^{14}\,Hz}$

2. $\boxed{\lambda_0 = c.T = \frac{c}{f} = \frac{c}{\nu}}$. A.N. : $\boxed{\lambda_0 = 459,6\,nm = 0,4596\,\mu m}$

3. Oui, cette radiation est visible à l'œil nu car $\lambda_0 = 459,6\,nm \in [450nm, 750nm]$ qui représente la partie visible à l'œil nu du spectre électromagnétique. La couleur de cette radiation est bleue.

4. Dans un milieu verre crown BK7 d'indice n = 1.5524, la longueur d'onde λ de cette radiation s'exprime : $\boxed{\lambda = v.T = \frac{v}{\nu} = \frac{c}{n.\nu} = \frac{\lambda_0}{n}}$. A.N. : $\boxed{\lambda = \frac{\lambda_0}{n} = \frac{459,6nm}{1,5524} = 296,1nm}$.

La longueur d'onde λ et la vitesse v de propagation changent avec l'indice n. En revanche la fréquence ν et la période T restent inchangés. La couleur donc la même.

Exercice 2 :

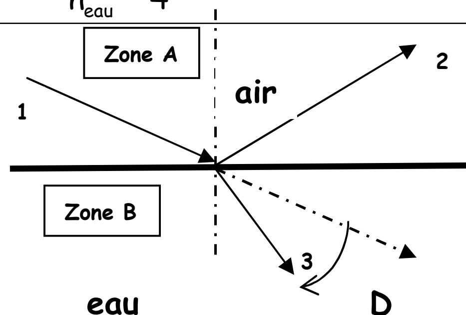
a. Le rayon **1** est le **rayon incident**, le rayon **2** est le **rayon réfléchi** et le rayon **3** est le **rayon réfracté**.

b. La déviation **D** est représentée sur le schéma ci contre.

c. L'eau se trouve dans la zone B, car en traversant la surface de séparation des 2 milieux homogènes (l'air et l'eau), le rayon lumineux change de direction.

d. L'angle de réfraction limite Λ de ces 2 milieux est:

$$\boxed{\sin\Lambda = \frac{n_{air}}{n_{eau}} = \frac{3}{4} = 0,75 \Rightarrow \Lambda = \arcsin(0,75) \simeq 49°}$$



Exercice 4 :

L'angle de réfraction limite Λ pour les deux milieux homogènes suivants :

Air-oxygène liquide : $\sin\Lambda = \frac{n_{air}}{n_{oxygèneLiquide}} = \frac{1}{1,2} = 0,83 \Rightarrow \boxed{\Lambda = \arcsin(0,83) = 56,44°}$

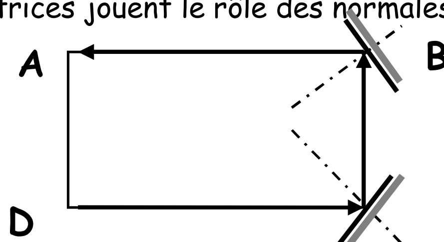
Air-diamant : $\sin\Lambda = \frac{n_{air}}{n_{diamant}} = \frac{1}{2,4} = 0,416 \simeq 0,42 \Rightarrow \boxed{\Lambda = \arcsin(0,42) = 24,62°}$

Exercice 5 :

a. La hauteur apparente h/D=tgα=α_{rd} , d'où on a $\boxed{tg\alpha \simeq \alpha_{rd} = \frac{h}{D} = \frac{30}{1000} = 0,03rd = 1,9°}$

b. $\boxed{tg\alpha \simeq \alpha_{rd} = \frac{L_1}{D_1} = \frac{L_2}{D_2} = \frac{15}{120} = 0,125rd \Rightarrow D_2 = \frac{120.L_2}{15} = \frac{120.11}{15} = 88m}$

Exercice 6 : Pour que la lumière se propage du point D jusqu'à l'œil placé en A, les deux miroirs plans doivent être placés en C et en B, d'une façon perpendiculaire aux bissectrices des angles C et B. La loi de Snell-Descartes relative à la réflexion sera respectée. Ces bissectrices jouent le rôle des normales respectivement en C et en B.



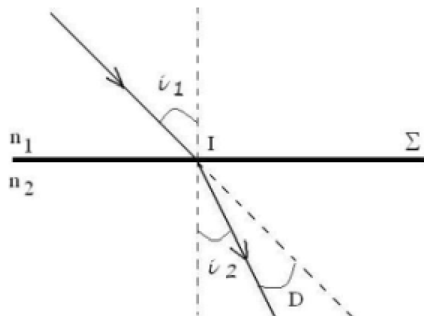
Exercice 7 : Une infinité d'images

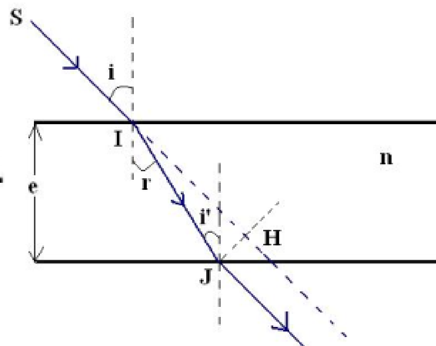
S_2 S S_1 S_3

Exercice 8 :

Cette réfraction est décrite par la relation de Snell-Descartes :,

$$\left.\begin{array}{l} 1.\sin i_1 = n.\sin i_2 \\ \text{avec}, i_2 = D - i_1 \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{n = \frac{\sin i_1}{\sin i_2} = \frac{\sin i_1}{\sin(D - i_1)}} \text{ A.N.} \begin{cases} i_1 = 60°, D = 15° & n = 1,2247 \simeq 1,23 \\ i_1 = 60°, D = 30° & n = \sqrt{3} = 1,7320 \simeq 1,73 \end{cases}$$





Exercice 10 :

Au point I, la réfraction se traduit par l'équation suivante : $\sin i = n.\sin r$

Au point J, la réfraction au point J est : $n.\sin r' = \sin i'$

comme $r = r'$ alors $\boxed{i = i'}$ d'où le résultat. Donc le rayon émergent est parallèle au rayon incident. La lame à faces parallèles fait alors translater le rayon incident d'une quantité : $\overline{JH} = \overline{IJ}.\sin(i - r)$ avec $\overline{IJ} = \frac{e}{\cos r}$ $\boxed{\overline{JH} = \frac{e}{\cos r}.\sin(i - r)}$ A.N : $\boxed{\overline{JH} \simeq 2,88\text{cm}}$

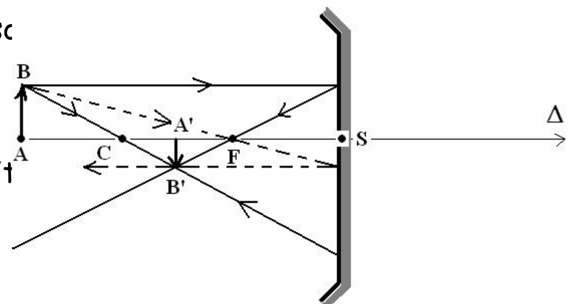
Exercice 11

Soit un miroir concave de centre C, de sommet S et de rayon $\overline{SC} = R = -6\text{cm}$.

Sa distance focale est égale à la moitie de sc rayon tel que : $\boxed{\overline{SF'} = f' = \frac{\overline{SC}}{2} = \frac{-6}{2} = -3\text{cm}}$.

Sa vergence V est définie comme suit

$$\boxed{V = \frac{1}{\overline{SF'}} = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-3.10^{-2}\text{m}} - 33,33\delta\left(\text{m}^{-1}\right)}$$



2- **<u>a- Origine de l'axe optique Δ est fixée au sommet S :</u>** le point objet A et son image A', fournie par ce miroir, sont liés par la relation de conjugaison en fixant l'origine au sommet S de ce miroir sphérique : $\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \Rightarrow \boxed{\overline{SA'} = \frac{\overline{SC}.\overline{SA}}{2.\overline{SA} - \overline{SC}} = -4,5\text{cm}}$,

avec $\overline{SC} = -6\text{cm}$, $\overline{SA} = -9\text{cm}$

3- le grandissement transversal : $\boxed{\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}}$ A.N.: $\boxed{\gamma_t = -\frac{-4,5cm}{-9cm} = -0,5}$ Il s'agit, alors d'une image renversée et plus petite que l'objet AB. On retrouve ces résultats à l'aide de la construction géométrique à l'échelle.

4- Dans le cas où l'objet à imager présente une structure allongée selon l'axe optique Δ de ce miroir concave, autrement dit l'objet possède une structure horizontale, alors son image fournie par ce miroir concave présente aussi une structure horizontale et le grandissement axial correspondant est par définition : $\gamma_a = \frac{d\overline{SA'}}{d\overline{SA}}$. La relation de conjugaison liant l'objet et son image s'exprime : $\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} = \frac{1}{\overline{SF'}}$. Une variation sur la position de l'objet A s'accompagne par une variation de la position de l'image A' , avec le rayon du miroir étant constant : $-\frac{d\overline{SA'}}{\left(\overline{SA'}\right)^2} - \frac{d\overline{SA}}{\left(\overline{SA}\right)^2} = 0$. D'où l'expression du grandissement axial : $\boxed{\gamma_a = \frac{d\overline{SA'}}{d\overline{SA}} = -\frac{\left(\overline{SA'}\right)^2}{\left(\overline{SA}\right)^2} = -\gamma_t^2}$

Exercice 12 :

Soit un miroir convexe de centre C, de sommet S et de rayon R=+1,5m.

1) La distance focale est: $\boxed{\overline{SF'} = f' = \frac{\overline{SC}}{2} = \frac{1,5}{2} = 0,75m}$.

2) La vergence V est : $\boxed{V = \frac{1}{\overline{SF'}} = \frac{1}{f'} = \frac{1}{75.10^{-2}m} = 1,2\delta\left(m^{-1}\right)}$

3) $\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = +3 = \frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} \Rightarrow \boxed{3.\overline{SA} = \overline{SA'}}$. La relation de conjugaison entre l'objet A et son image A' s'écrit alors comme suit :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \Rightarrow \frac{4}{3.\overline{SA}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{SA} = \frac{4.\overline{SF'}}{3} = 1m; \overline{SA'} = 4.\overline{SF'} = 3m}$$

Donc ; l'objet est virtuel et son image est réelle, droite et 3 fois plus grande que l'objet.

4) En vertu du principe du retour inverse de la lumière, l'objet et son image de la question 2 seront permutés dans la question 3 :

$$\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \Rightarrow \frac{4}{\overline{SA}} = \frac{1}{\overline{SF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{SA} = 4.\overline{SF'} = 3m; \overline{SA'} = \frac{4.\overline{SF'}}{3} = 1m}$$

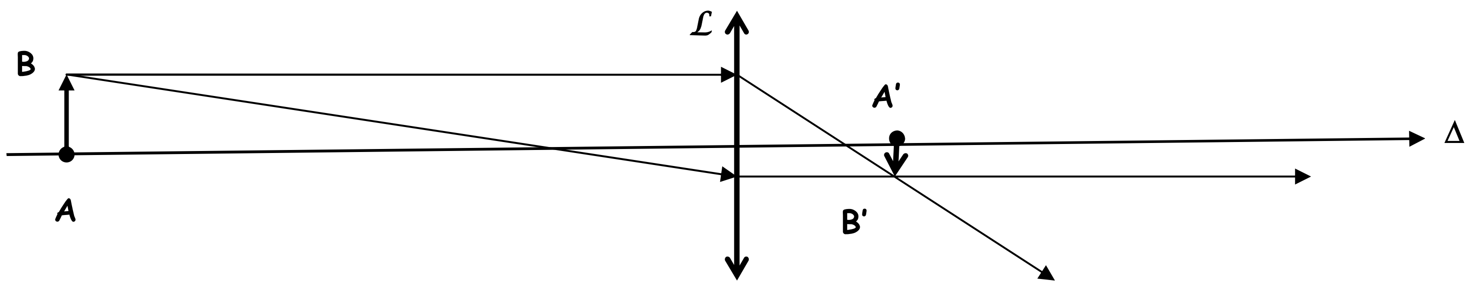
Exercice 14 :

1. $\boxed{\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}}$

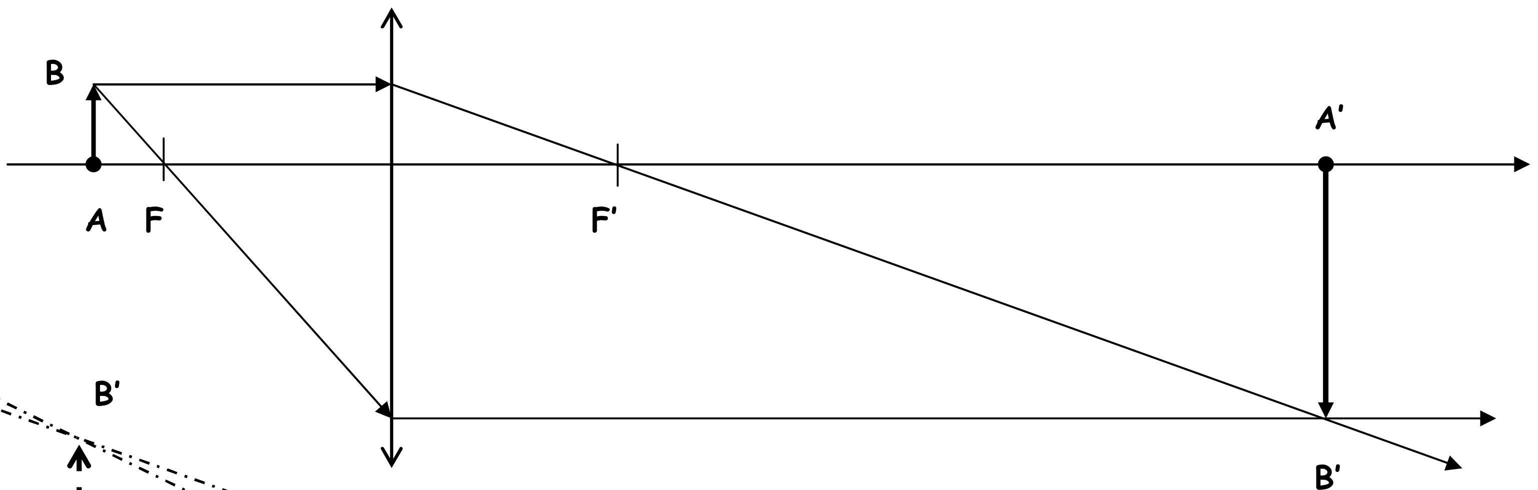
$$\boxed{\overline{OA} = -60cm; \overline{OF'} = +15cm \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}} = \frac{(-60).(+15)}{(-60+15)} = +20cm}$$

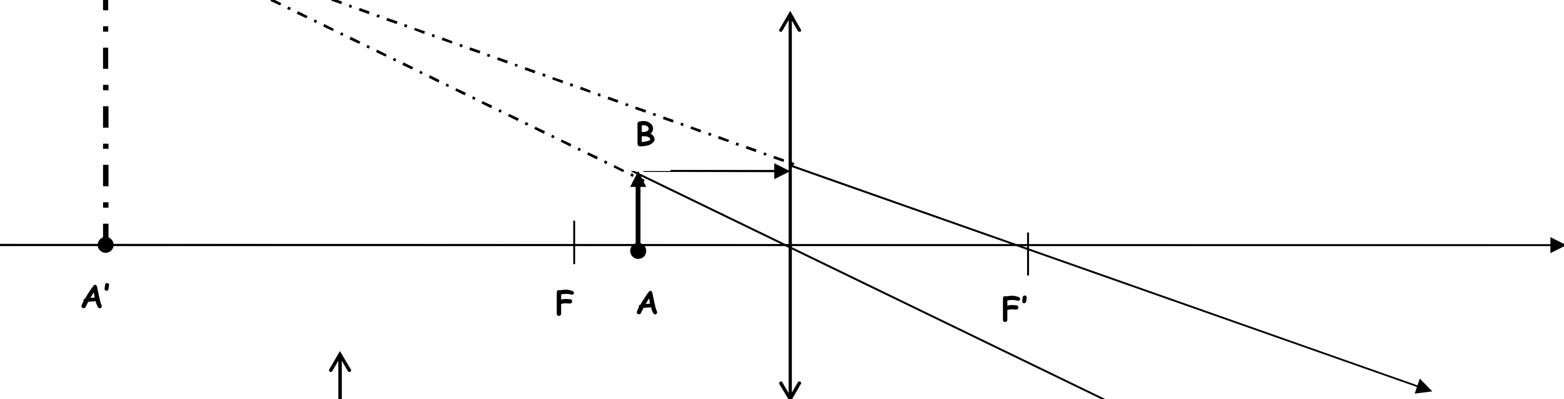
2. $\boxed{\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{+20}{-60} = -\frac{1}{3} \simeq -0,33} \Rightarrow \boxed{\overline{A'B'} = \gamma_t.\overline{AB} = -\frac{1}{3}.18 = -6cm}$

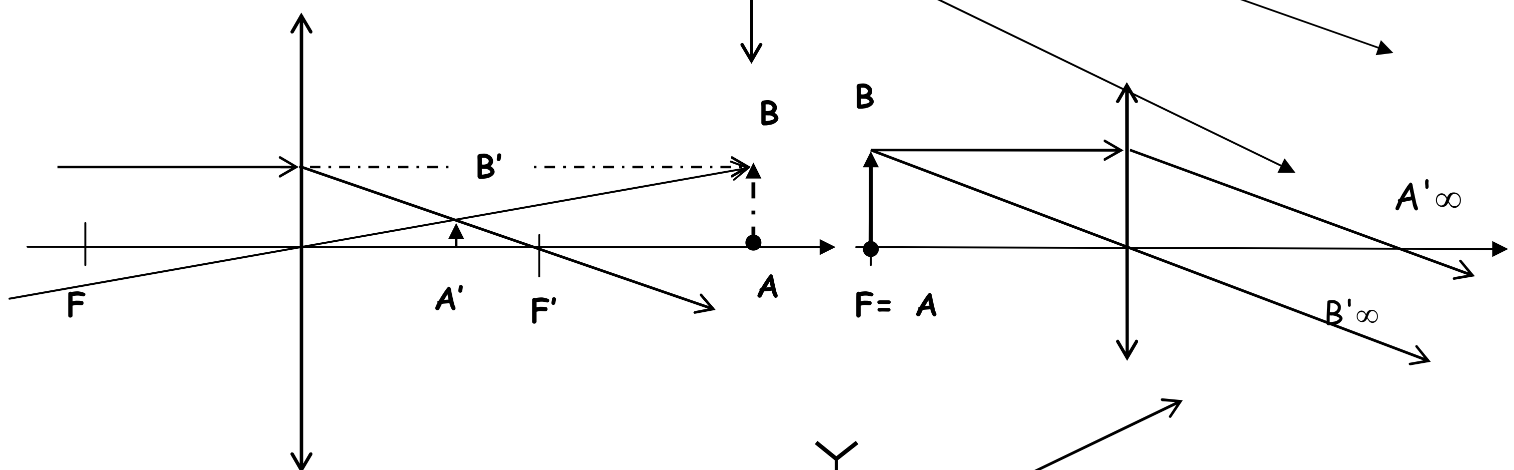
Il s'agit d'une image A'B' renversée, réelle et plus petite que l'objet.

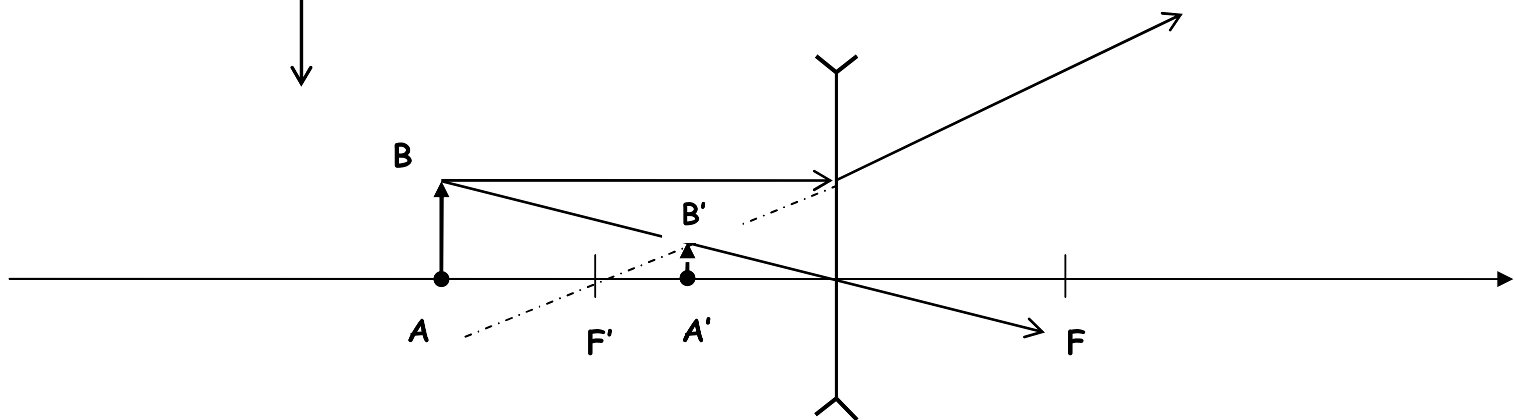


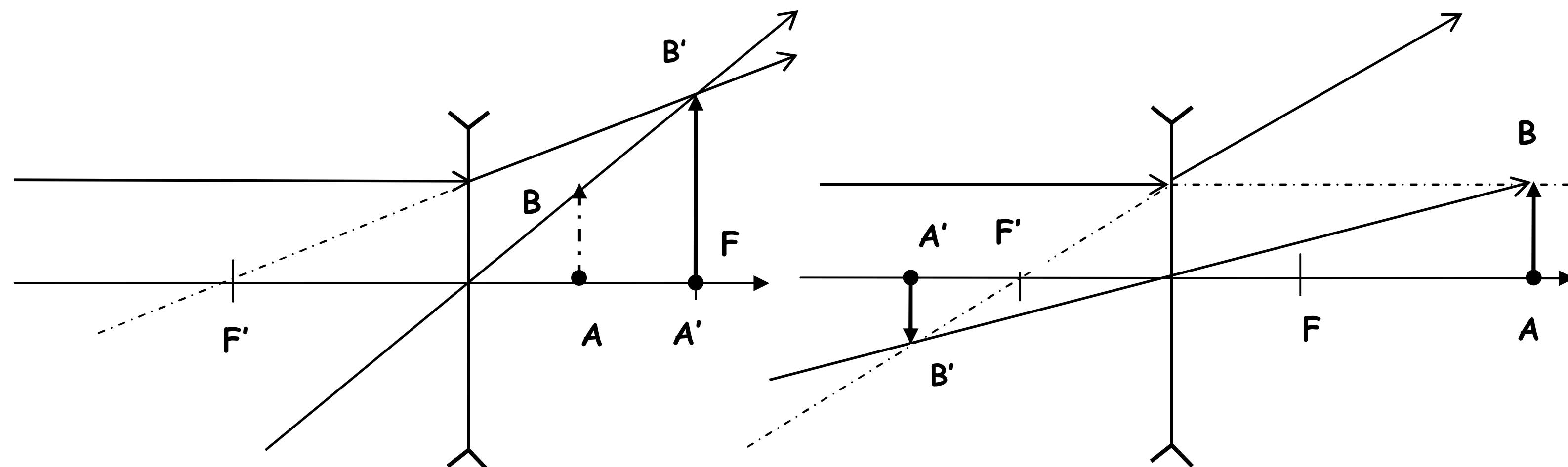
Exercice 15 :





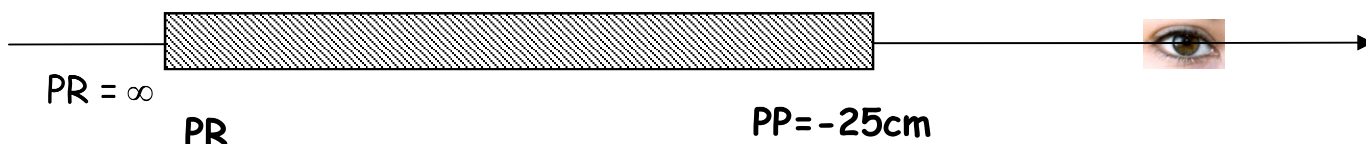






Exercice 17 :

$$tg\varepsilon \simeq \frac{\overline{AB}}{d} = \varepsilon_{rd} \Rightarrow \boxed{\overline{AB} = d.\varepsilon_{rd}} \Rightarrow \boxed{\overline{AB} = 10^5 mm.2{,}907.10^{-4} rd = 29{,}07mm}$$



PR = ∞

$$AB \xrightarrow{L_1} A'B' \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA}+\overline{OF'}}}$$

Objet AB situé sur le PR (infini) alors son image A'B' est située sur la rétine :

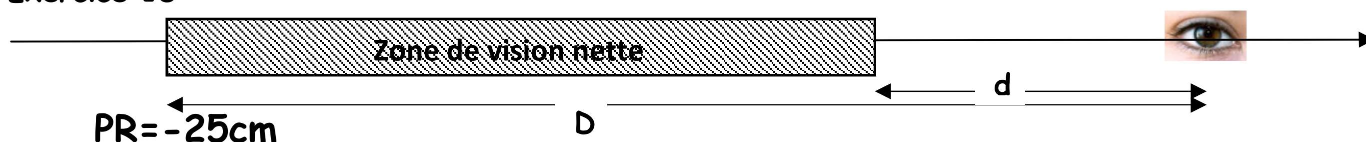
$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \underbrace{\frac{1}{\overline{OA}}}_{0} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{min imale}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{15.10^{-3}} = 66{,}67\delta}$$

Objet AB situé sur le PP (-25cm) alors son image A'B' est toujours située sur la rétine :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} = V_{\text{max imale}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{max imale}} = \frac{\overline{OA} - \overline{OA'}}{\overline{OA}.\overline{OA'}} = 70{,}67\delta}$$

$$\boxed{V_{\text{min imale}} = 66{,}67\delta \le V \le V_{\text{max imale}} = 70{,}67\delta}$$

Exercice 18 :



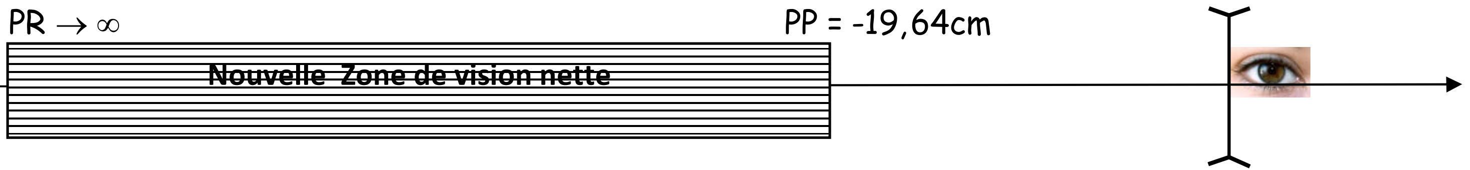
PR=-25cm

$$\frac{1}{D} - \frac{1}{d} = A \Rightarrow \boxed{d = \frac{D}{1 - D.A}} \Rightarrow \boxed{d = -11{,}11cm}$$

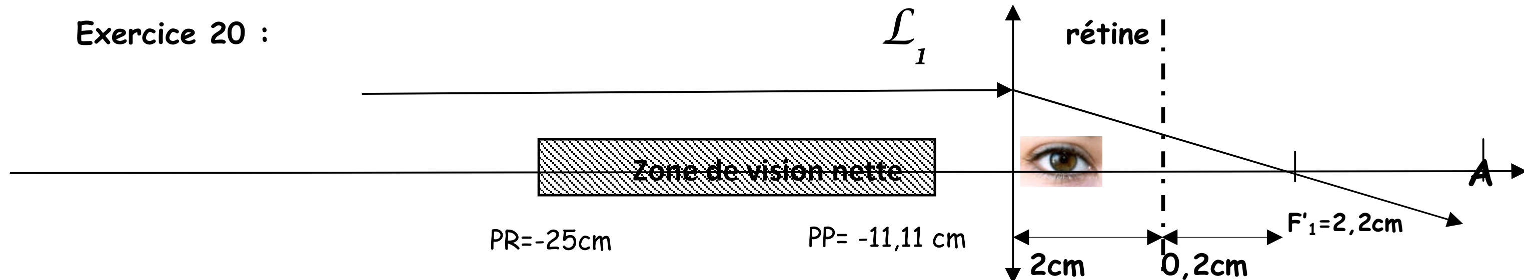
$$A(\infty) \xrightarrow{\mathcal{L}_C} A'(PR) \Rightarrow \frac{1}{\underbrace{\overline{OA'}}_{PR}} - \frac{1}{\underbrace{\overline{OA}}_{0}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OF'} = \overline{OA'} = PR = -25\delta}$$

Il s'agit bien d'une lentille divergente de distance focale -25 cm et de vergence V=-4δ.
Après la correction, le Punctum Proximum (PP) sera situé :

$$NPP \xrightarrow{\mathcal{L}_C} PP \Rightarrow \frac{1}{PP} - \frac{1}{NPP} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{NPP = \frac{\overline{OF'}.PP}{\overline{OF'} - PP} = -19{,}64cm}$$



Exercice 20 :



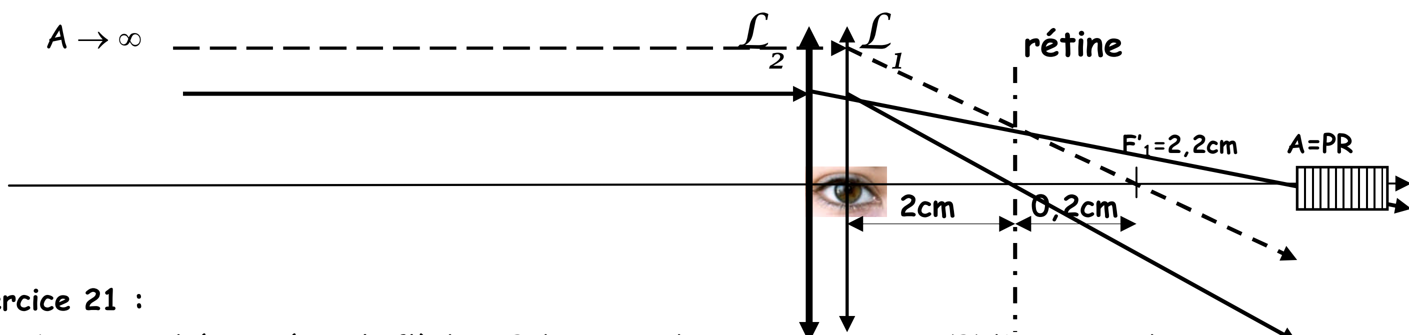
Cet œil converge très peu, alors cet œil présente le défaut de l'hypermétropie

$$A \xrightarrow{\mathcal{L}_c} A' \Rightarrow \frac{1}{\underbrace{\overline{OA'}}_{retine}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF_1'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OA} = \frac{\overline{OF_1'}.\overline{OA'}}{\overline{OF_1'} - \overline{OA'}} = 22cm}$$

Le système optique $\mathcal{L}_1 + \mathcal{L}_2$ de distance focale f' et de vergence V :

$$A(\infty) \xrightarrow{\mathcal{L}_2} A' : \overline{OA'} = 22cm \xrightarrow{\mathcal{L}_1} A'' = \text{Retine} : \overline{OA'} = 2cm$$

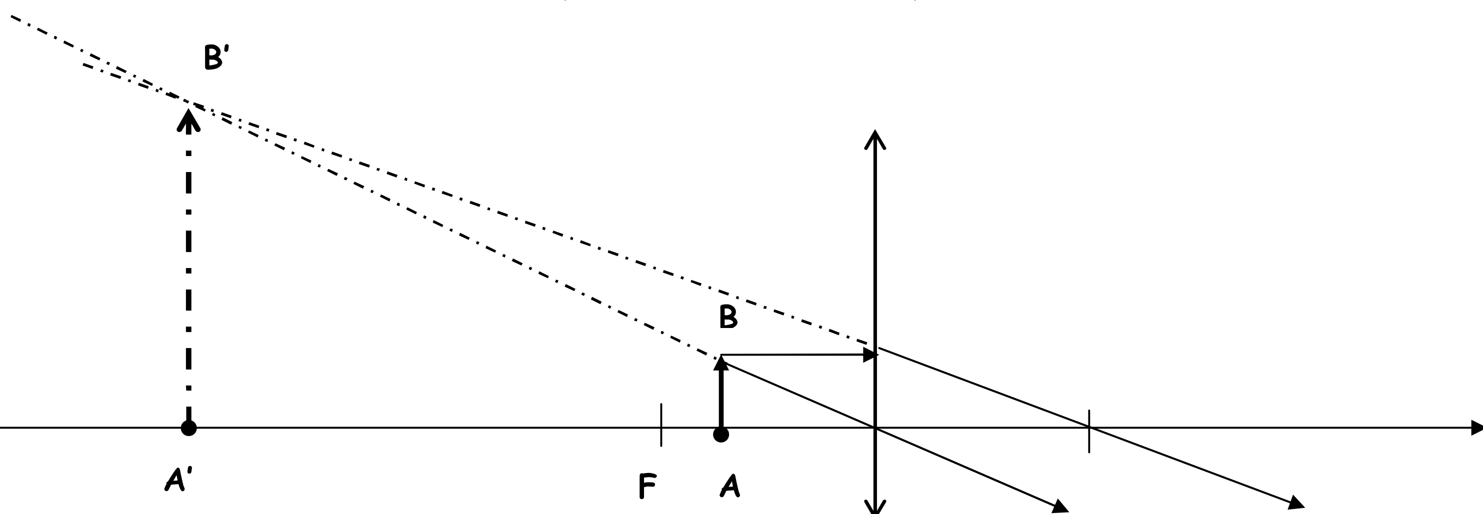
$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\underbrace{\overline{OA}}_{0}} = \frac{1}{\overline{OF_2'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OF_2'} = 22cm \,\&\, V_2 = 4,54\delta}$$



Exercice 21 :

Le timbre est schématisé par la flèche AB (3cmx2cm) et son image par A'B' (12 cm, 8cm) est virtuelle, droite et 4 fois plus grande que l'objet. la distance focale f'=+8cm de la loupe.

$$AB \xrightarrow{L_1} A'B' \Rightarrow \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{\overline{OF'}} \Rightarrow \boxed{\overline{OA'} = \frac{\overline{OA}.\overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}} = -24cm} \,\&\, \boxed{\gamma_t = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-24}{-6} = 4}$$



$$\mathrm{tg}\beta \simeq \beta_{rd} = \frac{\overline{AB}}{\overline{OF}}$$

$$\Rightarrow \boxed{P = \frac{\beta}{\overline{AB}} = \left|\frac{1}{\overline{OF}}\right| = V = \frac{0{,}05}{2.10^{-3}} = 25\delta \;\&\; \overline{OF'} = \frac{1}{V} = 4\text{cm}}$$

